

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
1 avril 2004 (01.04.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/027930 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ :**H01Q 11/08**, 1/36, 1/38

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/002774

(22) Date de dépôt international :

19 septembre 2003 (19.09.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

02/11696 20 septembre 2002 (20.09.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : UNI-
VERSITE DE RENNES 1 [FR/FR]; 2, rue du Thabor, CS
46510, F-35065 Rennes Cédex (FR).

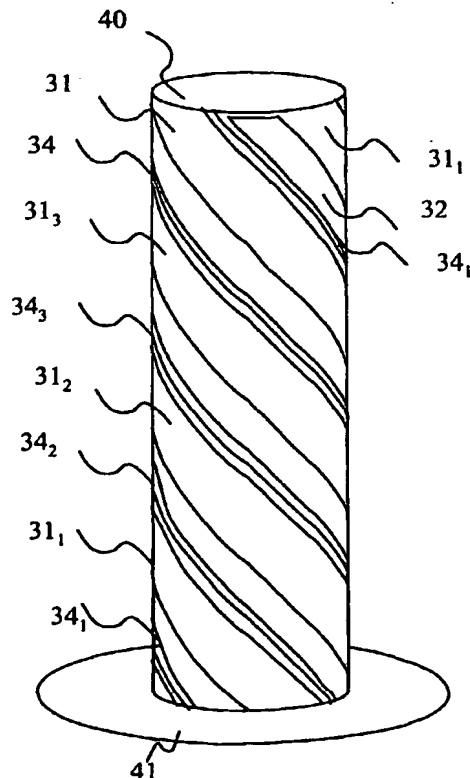
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
SHARAIHA, Ala [FR/FR]; 48, square Louis Boulanger,
F-35700 Rennes (FR). **LETESTU, Yoann** [FR/FR]; 6, rue
des Fontenelles, F-22100 Le Hingle (FR). **LOUVIGNE,**
Jean-Christophe [FR/FR]; 239bis, avenue du Général
Leclerc, F-35700 Rennes (FR).(74) Mandataire : **VIDON, Patrice**; Cabinet Vidon, 16B, rue
Jouanet, Boîte postale 90333, F-35703 Rennes Cédex 7
(FR).(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: BROADBAND HELICAL ANTENNA

(54) Titre : ANTENNE HÉLICOÏDALE À LARGE BANDE



(57) Abstract: The invention relates to a helical antenna comprising at least one helix which is formed by at least two radiating wires (31). According to the invention, at least one of said radiating wires is associated with a parasitic wire (34) having a width which is less than or equal to the radiating wire(s), such as to broaden the bandwidth of the antenna.

(57) Abrégé : L'invention concerne une antenne hélicoïdale comprenant au moins une hélice formée d'au moins deux brins rayonnants (31). Selon l'invention, au moins un desdits brins rayonnants est associé à un brin parasite (34) de largeur inférieure ou égale au ou aux brins rayonnants de façon à élargir la bande passante de l'antenne.

WO 2004/027930 A1



MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Antenne hélicoïdale à large bande.

Le domaine de l'invention est celui des antennes à large bande passante et à diagramme de rayonnement hémisphérique ou quasi-hémisphérique. Plus
5 précisément, l'invention concerne les antennes hélicoïdales de ce type.

L'antenne de l'invention trouve notamment des applications dans le cadre des communications mobiles par satellite entre des utilisateurs fixes et/ou des mobiles de tout type, par exemple aéronautiques, maritimes ou terrestres. Dans ce domaine, plusieurs systèmes de communication par satellite sont mis en œuvre, ou
10 sont actuellement en cours de développement (par exemple les systèmes INMARSAT, INMARSAT-M, GLOBALSTAR (marques déposées),...). Ces antennes présentent également un intérêt dans le déploiement des systèmes de communications personnelles (PCS) par satellites géostationnaires.

Ces systèmes ont pour but de fournir aux utilisateurs terrestres des
15 nouveaux services de communications (multimédia, téléphonie) via les satellites. A l'aide de satellites géostationnaires ou défilants, ils permettent d'obtenir une couverture terrestre globale. Ils doivent être similaires aux systèmes cellulaires terrestres en termes de coût, de performance et de taille. Ainsi, l'antenne située sur le terminal de l'utilisateur est un élément clé du point de vue de la réduction de la
20 taille.

De tels systèmes sont notamment décrits dans les documents d'Howard Feldman, D.V. Ramana : « An introduction to Inmarsat's new mobile multimedia service », Sixth International Mobile Satellite Conference, Ottawa, June 1999, et de J.V. Evans : « Satellite systems for personal communications », IEEE A-P
25 Magazine, Vol. 39, n° 3, June 1997.

Pour tous ces systèmes, qui prévoient des liaisons avec des satellites géostationnaires, les incidences très différentes des signaux reçus ou émis imposent aux antennes de posséder un diagramme de rayonnement à couverture hémisphérique ou quasi-hémisphérique. De plus la polarisation doit être circulaire
30 (gauche ou droite) avec un rapport inférieur à 5 dB dans la bande utile.

Plus généralement, l'invention peut trouver des applications dans tous les systèmes nécessitant l'emploi d'une large bande et une polarisation circulaire.

Dans ces différents domaines d'application, les antennes doivent en effet présenter les caractéristiques précédentes soit dans une bande passante très large, de l'ordre de 10 % ou plus, soit dans deux sous-bandes voisines correspondant respectivement à la réception et à l'émission.

On connaît déjà, par le document de brevet FR-89 14952 au nom de France Telecom (marque déposée), un type d'antenne quadrifilaire en hélice particulièrement adapté à de telles applications. Une antenne quadrifilaire est formée de quatre brins rayonnants.

Cette antenne, appelée antenne hélice quadrifilaire imprimée (HQI), possède des caractéristiques proches des critères énoncés, dans une bande de fréquence limitée en général à 6 ou à 8 % pour un ROS inférieur à deux.

Un fonctionnement plus large bande peut être obtenu en utilisant des antennes HQI bicouche. Ces antennes sont formées par l'"emboîtement" concentriques de deux hélices quadrifilaires résonnantes coaxiales, couplées électromagnétiquement. L'ensemble fonctionne comme deux circuits résonnants couplés, dont le couplage écarte les fréquences de résonance. On obtient ainsi une antenne hélice quadrifilaire résonnante bicouche, selon la technique décrite dans FR - 89 14952.

Cette technique présente l'avantage de nécessiter un seul système d'alimentation, et de permettre un fonctionnement double bande ou large bande.

En revanche, elle présente l'inconvénient de nécessiter la réalisation de deux circuits imprimés et imbriqués, et, dans le fonctionnement double bande, de n'offrir qu'une faible largeur de bande dans chaque sous-bande. En fonctionnement large bande, la largeur de bande obtenue reste limitée.

Un autre exemple de réalisation est décrit en détail dans le document "Analysis of quadrifilar resonant helical antenna for mobile communications" (analyse de l'antenne hélice quadrifilaire résonnante pour les communications

avec les mobiles), par A. Sharaiha et C. Terret (IEE - Proceedings H, vol. 140, n° 4, août 1993).

Selon ce mode de réalisation, les brins rayonnants sont imprimés sur un substrat diélectrique de faible épaisseur, puis enroulés sur un support cylindrique transparent du point de vue radioélectrique. Les quatre brins de l'hélice sont
5 ouverts ou court-circuités à une extrémité et connectés électriquement à l'autre extrémité.

Cette antenne nécessite un circuit d'alimentation, qui assure l'excitation des différents brins d'antenne par des signaux de même amplitude en quadrature
10 de phase. Cette fonction peut être réalisée à partir de structures de coupleurs 3dB -90° et d'un anneau hybride. L'ensemble peut être réalisé en circuit imprimé et placé à la base des antennes. On obtient ainsi une alimentation simple mais encombrante.

Comme mentionné plus haut, il est souhaitable que l'antenne (incluant son
15 alimentation) soit de taille et de poids les plus réduits possible, et qu'elle ait un coût le plus faible possible.

Plusieurs approches visant à réduire les dimensions de l'antenne et de son système d'alimentation ont été proposées. On peut notamment citer, à titres d'exemples, les solutions présentées :

- 20 - dans le document de brevet FR-96 03698, au nom de France Telecom (antenne hélice à alimentation large bande intégrée) ;
- dans le document de brevet FR-0011830, au nom de France Telecom (antenne hélicoïdale à pas variable) ;
- dans le document de brevet FR- 0011843, au nom de France Telecom
25 (antenne hélicoïdale à brins de largeur variable) ; et
- dans l'article de B. Desplanches, A. Sharaiha et C. Terret intitulé « Parametrical study of printed quadrifilar helical antennas with central dielectric rods » (Microwave and Opt. Technol. Letters, Vol. 20, N° 4, February 20, 1999).

30 Néanmoins, ces antennes n'offrent pas une très grande largeur de bande.

On connaît également dans l'état de la technique des antennes à hélice à éléments rayonnants repliés illustrées respectivement dans un document de brevet US-6,229,499 de la société XM Satellite Radio (marque déposée) et dans un document de brevet US-6,278,414 de la société Qualcomm (marque déposée). Ces antennes possèdent des éléments rayonnants qui sont en partie repliés sur eux-mêmes permettant, ainsi, de réduire leur hauteur. Néanmoins, ces antennes présentent l'inconvénient d'être à bande étroite.

L'invention a notamment pour objectif de pallier ces divers inconvénients de l'état de la technique.

Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir une antenne hélicoïdale résonante présentant une large bande passante, pouvant couvrir, par exemple, la bande d'émission et la bande de réception d'un système de communication.

Notamment, un objectif de l'invention est de fournir une telle antenne hélicoïdale présentant une largeur de bande importante (supérieure à celle obtenue selon l'art antérieur) dans chaque sous-bande, lorsque deux sous-bandes sont prévues.

Un autre objectif de l'invention est de fournir une telle antenne dont les dimensions, les performances et le coût de revient sont acceptables pour des terminaux portables de systèmes cellulaires terrestres.

Un autre objectif de l'invention est de fournir une antenne de taille réduite tout en ayant un fonctionnement en large bande.

Un objectif de l'invention est également de fournir une antenne relativement simple à fabriquer, et par conséquent de faible coût.

Encore un autre objectif de l'invention est de fournir une alternative technique aux solutions de l'art antérieur.

Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints selon l'invention à l'aide d'une antenne hélicoïdale comprenant au moins une hélice formée d'au moins deux brins rayonnants, au moins un des brins rayonnants

étant associé à un brin parasite de largeur inférieure ou égale au ou aux brins rayonnants de façon à élargir la bande passante de l'antenne.

Préférentiellement, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que chacun des brins parasites est relié à la masse.

5 Ainsi, on optimise le fonctionnement de l'antenne et notamment des brins parasites.

Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que les brins rayonnants et les brins parasites sont imprimés sur un substrat.

10 De cette manière, l'antenne hélicoïdale peut être réalisée selon un mode de fabrication à la fois simple, efficace et à faible coût.

Selon une caractéristique préférentielle, l'antenne est remarquable en ce que chacun des brins rayonnants est associé à un brin parasite de largeur inférieure ou égale au brin rayonnant.

15 Ainsi, on obtient un comportement selfique (correspondant à un brin rayonnant et notamment à sa longueur) associé à un comportement capacitif global (correspondant à l'association d'un brin rayonnant et d'un brin parasite et dépendant de la distance entre ces deux brins et du rapport entre leur largeur), le brin parasite étant préférentiellement de faible largeur.

20 Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que le rapport entre la largeur de chacun des brins parasites et la largeur du brin rayonnant associé est inférieur ou égal à 0,15.

Ainsi, les performances de l'antenne sont optimales notamment dans les bandes voisines de 1 GHz.

25 Préférentiellement, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que chacun des brins parasites est positionné par rapport au brin rayonnant associé de façon à optimiser le couplage entre le brin parasite et le brin rayonnant associé.

Ainsi, un brin parasite et le brin rayonnant associé sont positionnés de façon à optimiser la bande passante, un optimum de couplage étant, s'il existe,
30 dépendant de la distance les séparant.

Ainsi, l'antenne possède une meilleure adaptation.

Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que chacun des brins parasites est plus éloigné du brin rayonnant associé que de l'un au moins des autres brins rayonnants.

- 5 En effet, une optimisation du couplage entre le brin parasite et le brin rayonnant associé est souvent obtenue en éloignant le brin parasite du brin rayonnant associé ; ainsi, plus le brin parasite et le brin rayonnant associé sont éloignés, plus la bande de rayonnement de l'antenne est large.

- 10 Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que chacun des brins parasites est parallèle au brin rayonnant auquel il est associé.

Ici, lorsqu'un brin parasite et le brin rayonnant associé sont rectilignes et de largeur constante ou variable, les deux brins sont parallèles si leurs lignes médianes longitudinales sont parallèles.

- 15 Ici, lorsqu'un brin parasite et/ou le brin rayonnant associé forment une ligne brisée, les deux brins sont considérés comme parallèles si l'une des trois conditions suivantes est respectée :

- leur lignes médianes longitudinales sont parallèles ; ou
- leur lignes tangentes extérieures et/ou intérieures suivant le sens de la
- 20 longueur sont parallèles ; ou
- chacun des segments formant le brin parasite est parallèle à un segment associé du brin rayonnant.

Ainsi, chacun des brins parasites et des brins rayonnants associés présentent un effet capacitif.

- 25 Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que chacun des brins parasites présente sensiblement la même longueur que le brin rayonnant auquel il est associé.

- 30 Ainsi, l'antenne est relativement simple à réaliser (et notamment plus simple que si la liaison à la masse à une extrémité du brin parasite se faisait, par exemple, au milieu du cylindre).

Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que l'une des extrémités de chacun des brins rayonnants est reliée par une liaison conductrice à l'une des extrémités du brin rayonnant auquel le brin parasite est associé.

- 5 Ainsi, les brins parasites et les brins rayonnants associés peuvent être gravés sur un même côté de substrat, l'autre côté du substrat étant alors disponible pour une autre utilisation (par exemple, pour la gravure de brins supplémentaires ou d'une autre antenne hélice).

- 10 Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que l'une des extrémités de chacun des brins rayonnants est reliée par couplage à l'une des extrémités du brin rayonnant auquel le brin parasite est associé.

- 15 Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que les brins rayonnants sont imprimés sur une première face d'un substrat et en ce que les brins parasites sont imprimés sur une deuxième face du substrat.

- 20 Ainsi, la fabrication de l'antenne est simplifiée puisque l'alimentation (reliée notamment à un brin rayonnant) et la masse (reliée notamment à un brin parasite) ne sont pas nécessairement présents sur le même côté du substrat. Des trous métallisés permettant le passage de la masse du côté de l'alimentation ne sont donc pas indispensables.

Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce qu'au moins un brin parasite et un brin rayonnant voisin du brin rayonnant auquel le brin parasite est associé se chevauchent.

- 25 Ainsi, la distance entre un brin parasite et le brin rayonnant associé est plus grande que celle séparant deux brins rayonnants voisins. Cela permet notamment d'obtenir plus de marge pour le réglage du couplage entre un brin parasite et le brin rayonnant associé et donc de trouver plus facilement un optimum pour améliorer la bande passante.

Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que l'extrémité des brins rayonnants non reliée à un brin parasite est connectée à une ligne d'attaque d'un circuit d'alimentation.

Ainsi, le fonctionnement de l'antenne est optimisé.

- 5 Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce qu'au moins une des hélices est une hélice quadrifilaire, comprenant quatre brins.

De cette façon, on obtient une bonne pureté de polarisation circulaire.

- 10 En outre, pour certains cas, l'ouverture de l'antenne est très large, le diagramme de rayonnement étant quasi hémisphérique.

Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que les brins rayonnants formant une hélice présentent tous les mêmes dimensions et en ce que les brins parasites présentent tous les mêmes dimensions.

- 15 Ainsi, on obtient une meilleure polarisation circulaire, la symétrie des brins étant bonne. De plus, les brins possèdent une même distribution de courant déphasée de 90° .

- 20 Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce qu'au moins un des brins rayonnants et/ou parasites est formé d'au moins deux segments, les angles d'enroulement d'au moins deux des segments étant différents et déterminés de façon aléatoire ou pseudo-aléatoire à l'aide de moyens d'optimisation globale.

- 25 Ainsi, la ligne formée par chacun des brins rayonnant et/ou parasites est brisée ce qui permet de réduire la taille de l'antenne tout en conservant de bonnes performances.

Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce qu'au moins un des brins rayonnants et/ou parasites présente une largeur variable, variant de façon régulière et monotone entre une largeur maximale et une largeur minimale.

De cette manière, l'adaptation de l'antenne est simplifiée, un paramètre supplémentaire de réglage étant disponible pour cette adaptation.

Selon une caractéristique particulière, l'antenne hélicoïdale est remarquable en ce que les brins rayonnants présentent une longueur sensiblement
5 différente d'un multiple de la longueur d'onde correspondant à la fréquence moyenne de la bande d'émission de l'antenne, divisée par 4.

Ainsi, on peut jouer sur l'ouverture de l'antenne contrairement aux antennes connues du type dipôles avec brin parasite, qui ont une longueur multiple de $\lambda/4$ où λ représente la longueur d'onde d'émission de l'antenne.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

- 15 - Les figures 1 et 2 illustrent une antenne hélice quadrilifaire de type connu, à brins classiques de largeur constante, respectivement lorsque l'hélice est développée (figure 1) et lorsqu'elle est enroulée sur un support cylindrique (figure 2) ;
- La figure 3 est un exemple d'hélice selon l'invention, sous sa forme développée ;
- 20 - La figure 4 présente une vue de face de l'hélice de la figure 3, enroulée sur son support cylindrique ;
- La figure 5 illustre un exemple de ROS mesuré à l'entrée d'un brin pour une antenne selon l'invention ;
- La figure 6 est un abaque de Smith représentant l'impédance d'entrée
25 d'une antenne selon l'invention ;
- Les figures 7a et 7b illustrent une variante de l'invention selon laquelle des brins rayonnants et des brins parasites associés sont couplés en étant imprimés sur deux faces opposées d'un substrat ;

- La figure 8 présente un exemple d'antenne selon une variante de l'invention selon laquelle des brins rayonnants sont de largeur variable ; et
- Les figures 9a et 9b montrent un exemple d'antenne selon une autre variante de l'invention présentant des brins rayonnants formant une ligne brisée.

Les figures 1 et 2 présentent une antenne hélice quadrilifaire classique, telle que déjà discutée en préambule. Elle comprend quatre brins 11_1 à 11_4 de longueur $L2$ et de largeur d . Ces brins rayonnants sont imprimés sur un substrat diélectrique 12 de faible épaisseur enroulé ensuite sur un support cylindrique 13 transparent du point de vue radioélectrique, de rayon r , de circonférence c et de longueur axiale $L1$, et α étant l'angle d'enroulement.

Classiquement, l'antenne nécessite un circuit d'alimentation qui assure l'excitation des différents brins par des signaux de même amplitude et en quadrature de phase. Cette fonction peut être obtenue à partir de structures de coupleurs $3\text{dB } -90^\circ$ et d'un anneau hybride, réalisée en circuit imprimé et placée à la base des antennes.

La figure 3 présente un exemple d'hélice 30 selon l'invention, sous sa forme développée. L'antenne HQI 30 comporte donc 4 brins rayonnants conducteurs 31_1 à 31_4 régulièrement espacés, imprimés sur un substrat 32 et de largeur égale à W_a . Les quatre brins 31_1 à 31_4 sont repliés sur eux mêmes à l'une de leur extrémité respectivement 36_1 à 36_4 en formant chacun un brin parasite respectivement 34_1 à 34_4 et connectés à l'autre extrémité aux lignes d'attaque du circuit d'alimentation 33 .

Les brins parasites 34_1 à 34_4 ont une largeur W_{br} inférieure à la largeur, W_a , des brins rayonnants afin de garantir un fonctionnement en large bande de l'antenne. Les brins parasites 34_1 à 34_4 sont connectés à la masse 35 à l'extrémité opposée à l'extrémité respectivement 36_1 à 36_4 . Dans le mode de réalisation décrit en regard de la figure 3, la largeur, W_{br} , des brins parasites et la largeur, W_a , des brins rayonnants sont constantes.

L'antenne 30 est ensuite enroulée sur un support cylindrique, comme illustrée sur la figure 4, qui présente une vue de face de l'antenne enroulée sur son support cylindrique.

On décrit maintenant en détail un mode de réalisation particulier de l'invention. Bien entendu, il ne s'agit que d'un simple exemple, et de nombreuses variantes et adaptations sont possibles, en fonction des besoins et des applications.

L'antenne réalisée et illustrée en regard des figures 3 et 4 présente les caractéristiques suivantes :

- Longueur des brins : $0,83\lambda$ où λ représente la longueur d'onde correspondant à la fréquence moyenne de la bande d'émission (cette longueur ayant été choisie pour optimiser l'ouverture de l'antenne) ;
- Diamètre : $0,18\lambda$;
- Distance d : 9 mm ;
- Largeur W_{br} : 1,95 mm
- Rapport des largeurs de brin W_a/W_{br} : 8.
- Angle d'enroulement, α : 50° .

Généralement, la bande de l'antenne s'élargit lorsque la distance d augmente. Préférentiellement, le brin parasite est donc proche du brin rayonnant voisin.

D'une manière générale, il existe un optimum de bande passante en fonction de la distance entre un brin parasite et le brin rayonnant associé.

La figure 5 permet de visualiser le ROS 52 mesuré en fonction de la fréquence 50 (exprimé en GHz sur la figure) mesurée à l'entrée d'un brin rayonnant pour l'antenne 30 illustrée en regard des figures 3 et 4, les autres étant chargés sous 50Ω .

Les antennes sont mesurées à la fréquence centrale F1 égale à 1.5 GHz.

On constate que pour l'antenne HQI à brin replié selon l'invention, on obtient une adaptation de l'antenne HQI inférieure à -10dB sur l'intervalle allant de 1,27GHz à 1,65 GHz, soit une bande passante qui atteint 26%. Ainsi, l'antenne HQI présente une augmentation significative de la bande passante. On passe en

effet d'une bande passante de l'ordre 6 à 8 % pour une antenne HQI conventionnelle à une bande passante de l'ordre de 26% pour une antenne telle qu'illustrée en regard des figures 3 et 4.

Ainsi, l'antenne hélice quadrifilaire imprimée repliée dont chaque brin parasite est relié à la masse permet l'émission et/ou la réception dans une large bande passante ou dans deux sous-bandes différentes possédant chacune une large bande passante.

La technique de l'invention donne donc une augmentation non négligeable de la bande passante. On obtient ainsi une antenne hélice quadrifilaire imprimée fonctionnant dans une large bande passante et/ou dans deux sous-bandes différentes ayant chacune une large bande passante, et dont la hauteur est réduite. L'antenne hélice quadrifilaire imprimée repliée avec des brins parasites reliés à la masse permet donc une augmentation de la bande passante de l'antenne sans réduction des longueurs de brins.

La figure 6 est une abaque de Smith représentant l'impédance 60 d'entrée d'une antenne selon l'invention normalisée à 50 Ohms.

Une boucle 61 sur la courbe 60 est issue du couplage et donne la large bande puisque présente à l'intérieur d'un cercle 62 correspondant à un ROS inférieur ou égal à 2.

La figure 7a présente un exemple d'hélice 70 selon une variante de l'invention, sous sa forme développée. L'antenne HQI 70 comporte donc 4 brins rayonnants conducteurs 71₁ à 71₄ régulièrement espacés, imprimés sur une première face du substrat 72 et de largeur égale à W_a . Les quatre brins 71₁ à 71₄ sont connectés à l'une de leur extrémité aux lignes d'attaque du circuit d'alimentation 73.

Des brins parasites 74₁ à 74₄ (représentés en pointillés) sont imprimés parallèlement aux brins rayonnants sur une seconde face du substrat 72 opposée à la première face. Les brins parasites 74₁ à 74₄ sont connectés à la masse 75 à l'une de leur extrémité respectivement 71₁ à 71₄.

Chacun des brins parasites 74_1 à 74_4 est couplé par son extrémité respectivement 75_1 à 75_4 non reliée à la masse 75, à l'extrémité non reliée à l'alimentation du brin respectivement 71_1 à 71_4 auquel il est associé. Les brins parasites 74_1 à 74_4 ont une largeur W_{br} inférieure ou égale et, préférentiellement
5 très inférieure (dans un rapport W_{br}/W_a inférieur à 0,15), à la largeur, W_a , des brins rayonnants afin de garantir un fonctionnement en large bande de l'antenne. Dans le mode de réalisation décrit en regard des figures 7a et 7b, la largeur, W_{br} , des brins parasites et la largeur, W_a , des brins rayonnants sont constantes.

Ici, la distance séparant un brin parasite et le brin rayonnant associé n'est
10 pas limitée par la distance séparant deux brins rayonnants. Ainsi, la distance entre un brin parasite et le brin rayonnant peut être supérieure à la distance séparant deux brins rayonnants. Le couplage entre un brin parasite et le brin rayonnant associé et donc la bande passante peuvent être alors améliorés. On possède alors plus de possibilités dans la recherche de couplage optimum.

15 La figure 7b illustre en détail l'extrémité 751 du brin rayonnant 711 couplée au brin parasite 741. D'une manière générale, chacun des brins parasites et le brin rayonnant associé se chevauchent de part et d'autre du substrat 72 sur une distance E comprise entre 0 et la distance d séparant le brin parasite du brin rayonnant associé.

20 Les autres caractéristiques de l'antenne 70 (enroulement autour d'un support cylindrique, dimensions des brins et de l'antenne...) étant similaires à celle de l'antenne 30 des figures 3 et 4, elles ne seront pas décrites davantage.

La figure 8 présente un exemple d'antenne 80 selon une variante de l'invention selon laquelle des brins rayonnants 81_1 à 81_4 sont de largeur variable.
25 Chacun des brins rayonnants 81_1 à 81_4 est relié par l'une de ses extrémités à un brin parasite 84_1 à 84_4 .

Ce mode de réalisation a notamment pour objectif d'obtenir une antenne HQI 80 permettant d'élargir encore plus la bande passante et/ou de permettre une meilleure adaptation de l'antenne 80 (la variation de la largeur de la bande étant
30 un paramètre supplémentaire utilisable pour l'adaptation). Ceci est obtenu en

faisant varier la largeur des brins rayonnants le long de l'hélice. Ainsi, les extrémités des brins rayonnants ont respectivement une largeur W_{a1} et W_{a2} différente. La variation de la largeur peut être :

- 5 - régulière suivant une loi linéaire, exponentielle, double exponentielle, en escalier...ou
- non régulière.

Préférentiellement, la largeur des brins parasites est constante et chacun des brins parasites est parallèle à une ligne médiane longitudinale du brin rayonnant associé (illustrée, par exemple, par la ligne 87 correspondant au brin 10 81₁).

A titre illustratif, chacun des brins rayonnant de l'antenne 80 présente une largeur minimale W_{a1} égale à 2mm et une largeur maximale W_{a2} égale à 16 mm.

A l'exception de la largeur des brins rayonnants, les caractéristiques de l'antenne 80 étant similaires à celles de l'antenne 30 illustrée en regard des figures 15 3 et 4, elles ne seront pas décrites davantage.

Selon une variante de l'invention non illustrée, les brins parasites d'une antenne hélicoïdale sont couplés et non reliés directement à des brins rayonnants de largeur variable, similaires aux brins 81₁ à 81₄ de l'antenne 80 (selon un couplage similaire à celui des brins rayonnants et parasites de l'antenne 70).

20 Selon une autre variante de l'invention, la largeur des brins parasites est variable, les lignes médianes longitudinales de chacun des brins parasites et du brin rayonnant associé sont parallèles.

25 Selon encore une autre variante non représentée, les brins parasites sont parallèles à l'un des cotés des brins rayonnants. Un brin parasite parallèle à un brin rayonnant adjacent permet, notamment, d'éloigner ce brin parasite du brin rayonnant associé tout en le rapprochant du brin adjacent augmentant ainsi l'effet capacitif et la bande passante de l'antenne.

D'une manière générale, les brins parasites et les brins rayonnants sont reliés par un seul point de liaison.

La figure 9a montre un exemple d'antenne 90 selon une autre variante de l'invention présentant des brins rayonnants 91_1 à 91_4 formant une ligne brisée.

Chacun des brins rayonnants 91_1 à 91_4 est reliés par l'une de ses extrémités à un brin parasite 94_1 à 94_4 .

5 Chaque brin rayonnant 91_1 à 91_4 (ou au moins certains) de l'antenne HQI est décomposé en un nombre limité de segments. D'après les expressions mathématiques liant les paramètres géométriques d'une antenne hélice, on constate qu'une modification de l'angle d'enroulement influe sur le pas de l'antenne, donc sur la longueur axiale.

10 Ainsi il est possible de donner un angle d'enroulement différent pour chaque segment. La hauteur peut ainsi s'en trouver réduite. Instaurer des angles d'enroulement différents peut être assimilé à un changement du pas de l'antenne.

Cependant, l'angle d'enroulement α est aussi un paramètre influant sur le diagramme de rayonnement d'une antenne HQI (angle d'ouverture à 3dB, rapport d'ellipticité). C'est pourquoi, pour choisir les différents angles α adéquats, un programme d'optimisation globale tel que le recuit simulé ou l'algorithme génétique peut être utilisé.

15 La synthèse est effectuée sur les diagrammes de rayonnement en polarisation principale et croisée en introduisant un gabarit défini par les niveaux d'amplitude et les angles d'ouverture -3dB voulus.

20 La mise en place de ce gabarit permet de contrôler parfaitement les angles d'ouverture à -3dB, ainsi que la réjection de la polarisation inverse donc le rapport d'ellipticité. Les variables à optimiser sont les différents angles d'enroulement des brins de l'antenne HQI. L'algorithme donnera les angles α_i optimum.

25 Chacune des brins rayonnant 91_1 à 91_4 de l'antenne 90 présenté en regard de la figure 9a est divisé par exemple en huit segments de longueur, L , identique. Les angles d'enroulement correspondant à chacun des huit segments des brins rayonnant de l'antenne 90 sont les suivants :

30 - $\alpha_1 = 30^\circ$;

- $\alpha_2 = 33^\circ$;
- $\alpha_3 = 55^\circ$;
- $\alpha_4 = 34^\circ$;
- $\alpha_5 = 65^\circ$;
- 5 - $\alpha_6 = 68^\circ$;
- $\alpha_7 = 54^\circ$; et
- $\alpha_8 = 33^\circ$.

Les brins rayonnant 91₁ et parasite 94₁ et en particulier les segments qui composent le brin rayonnant 91₁ sont illustrés plus en détail en regard de la figure 9b.

On obtient ainsi une antenne HQI 90 à pas variable aléatoire avec des dimensions réduites.

Bien entendu, en fonction des besoins des contraintes différentes peuvent être prises en compte lors de l'optimisation.

15 Ainsi une modification des angles d'enroulement permet d'une part de diminuer la longueur axiale de l'antenne HQI et d'autre part d'obtenir le rapport d'ellipticité et la couverture souhaités.

Selon la figure 9b, le brin parasite 94₁ est parallèle à une tangente 97 intérieure (c'est-à-dire située entre le brin rayonnant 91₁ et le brin parasite associé 94₁) du brin rayonnant 91₁.

Selon une variante non illustrée, un ou plusieurs brins parasites sont parallèles à une tangente extérieure (c'est-à-dire située du côté opposé au brin parasite) du brin rayonnant associé (ce qui permet de rapprocher le brin parasite d'un brin adjacent voisin) ou à une ligne médiane du brin rayonnant associé.

25 Selon une autre variante non illustrée, un ou plusieurs brins parasites forment une ligne brisée. Préférentiellement, chacun de ces brins parasites comporte le même nombre de segments que le brin rayonnant associé et chacun des segments du brin parasite a la même longueur et est parallèle à un segment correspondant sur le brin rayonnant associé (ainsi, outre une largeur différente, le

brin parasite et le brin rayonnant associé ont la même forme), ce qui permet de positionner un brin parasite très près d'un brin adjacent rayonnant.

Selon encore une autre variante de l'invention non illustrée, les brins parasites d'une antenne hélicoïdale sont reliés par couplage (et non directement) à
5 des brins rayonnants formant une ligne brisée de façon similaire à la liaison par couplage présentée en regard des figures 7a et 7b.

De nombreuses variantes des modes de réalisation illustrés en regard des figures 3 à 9 sont envisageables.

En particulier, il convient de rappeler que la largeur des brins parasites
10 peut prendre une valeur quelconque inférieure à celle d'un brin rayonnant associé et préférentiellement de l'ordre du huitième de celle d'un brin rayonnant associé.

Par ailleurs, bien que l'invention peut s'appliquer à tout type d'antenne en hélice, et non uniquement aux antennes quadrilifaires.

On peut également envisager que les brins ne présentent pas tous des
15 dimensions identiques.

Selon le mode de réalisation décrit, l'antenne est imprimée à plat, ensuite enroulée sur un support pour former l'antenne. Selon un autre mode de réalisation encore plus rapide, le substrat destiné à recevoir les éléments imprimés peut être réalisé directement dans sa forme cylindrique définitive. Dans ce cas, l'impression
20 des brins et de la structure d'alimentation est effectuée directement sur le cylindre.

Par ailleurs, il est à noter que, bien qu'elle soit utilisable à l'unité, l'antenne de l'invention se prête également à la réalisation de réseaux d'antennes.

Il est également possible de montrer coaxialement et concentriquement deux (ou plus) antennes de ce type.

Enfin, la technique de l'invention est compatible avec des techniques
25 visant à réduire la taille de l'antenne, telle que notamment celle proposée dans la demande de brevet dans le document de brevet FR-0011830, au nom de France Telecom (antenne hélicoïdale à pas variable) ou à augmenter la largeur de bande, par exemple, selon une technique proposée dans le document de brevet
30 FR-0011843, au nom de France Telecom (antenne hélicoïdale à brins de largeur

variable). Dans ces différents cas, la présence de pas variable et/ou la variation de largeur peut être appliquée sur tous les brins, ou sélectivement sur certains d'entre eux.

REVENDICATIONS

1. Antenne hélicoïdale (30, 70, 80, 90) comprenant au moins une hélice formée d'au moins deux brins rayonnants (31, 71, 81, 91),
5 caractérisée en ce qu'au moins un desdits brins rayonnants est associé à un brin parasite (34, 74, 84, 94) de largeur inférieure ou égale audit ou auxdits brins rayonnants de façon à élargir la bande passante de ladite antenne.
2. Antenne hélicoïdale selon la revendication 1, caractérisée en ce que chacun desdits brins parasites est relié à la masse (35, 75, 85, 95).
- 10 3. Antenne hélicoïdale selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que lesdits brins rayonnants et lesdits brins parasites sont imprimés sur un substrat (32, 72, 82, 92).
4. Antenne hélicoïdale selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que chacun desdits brins rayonnants est associé à un brin
15 parasite de largeur inférieure ou égale audit brin rayonnant.
5. Antenne hélicoïdale selon la revendication 4, caractérisée en ce que le rapport entre la largeur de chacun desdits brins parasites et la largeur dudit brin rayonnant associé est inférieur ou égal à 0,15 .
6. Antenne hélicoïdale selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,
20 caractérisée en ce que chacun desdits brins parasites est positionné par rapport audit brin rayonnant associé de façon à optimiser le couplage entre ledit brin parasite et ledit brin rayonnant associé.
7. Antenne hélicoïdale selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que chacun desdits brins parasites est plus éloigné dudit brin rayonnant associé que de l'un au moins desdits autres brins rayonnants.
25
8. Antenne hélicoïdale selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que chacun desdits brins parasites est parallèle au brin rayonnant auquel il est associé.

9. Antenne hélicoïdale selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que chacun desdits brins parasites présente sensiblement la même longueur que le brin rayonnant auquel il est associé.
- 5 10. Antenne hélicoïdale selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que l'une des extrémités de chacun desdits brins rayonnants est reliée par une liaison conductrice (36, 86, 96) à l'une des extrémités dudit brin rayonnant auquel ledit brin parasite est associé.
- 10 11. Antenne hélicoïdale (70) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que l'une des extrémités (75) de chacun desdits brins rayonnants est reliée par couplage à l'une des extrémités dudit brin rayonnant auquel ledit brin parasite est associé.
12. Antenne hélicoïdale selon la revendication 11, caractérisée en ce que lesdits brins rayonnants sont imprimés sur une première face d'un substrat et en ce que lesdits brins parasites sont imprimés sur une deuxième face dudit substrat.
- 15 13. Antenne hélicoïdale selon la revendication 12, caractérisée en ce qu'au moins un brin parasite et un brin rayonnant voisin dudit brin rayonnant auquel ledit brin parasite est associé se chevauchent.
14. Antenne hélicoïdale selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, caractérisée en ce que l'extrémité desdits brins rayonnants non reliée à un brin parasite est connectée à une ligne d'attaque d'un circuit d'alimentation (33, 73, 83, 93).
- 20 15. Antenne hélicoïdale selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 caractérisée en ce qu'au moins une des desdites hélices est une hélice quadrifilaire, comprenant quatre brins.
- 25 16. Antenne hélicoïdale selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisée en ce que lesdits brins rayonnants formant une hélice présentent tous les mêmes dimensions et en ce que lesdits brins parasites présentent tous les mêmes dimensions.
- 30 17. Antenne hélicoïdale (90) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce qu'au moins un desdits brins rayonnants et/ou parasites est

formé d'au moins deux segments, les angles d'enroulement d'au moins deux desdits segments étant différents et déterminés de façon aléatoire ou pseudo-aléatoire à l'aide de moyens d'optimisation globale.

5 18. Antenne hélicoïdale (80) selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisée en ce qu'au moins un desdits brins rayonnants et/ou parasites présente une largeur variable, variant de façon régulière et monotone entre une largeur maximale et une largeur minimale.

10 19. Antenne hélicoïdale selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, caractérisée en ce que lesdits brins rayonnants présentent une longueur sensiblement différente d'un multiple de la longueur d'onde correspondant à la fréquence moyenne de la bande d'émission de ladite antenne, divisée par 4.

1/8

ETAT DE L'ART

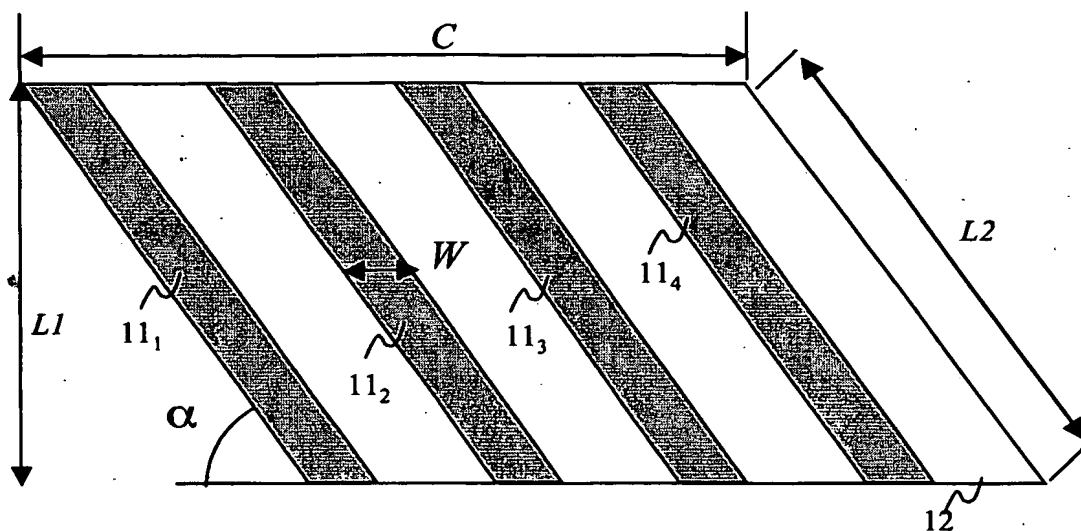


Fig. 1

ETAT DE L'ART

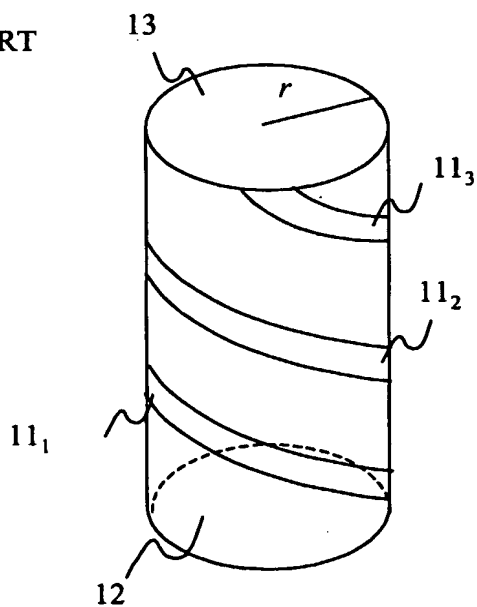


Fig. 2

2/8

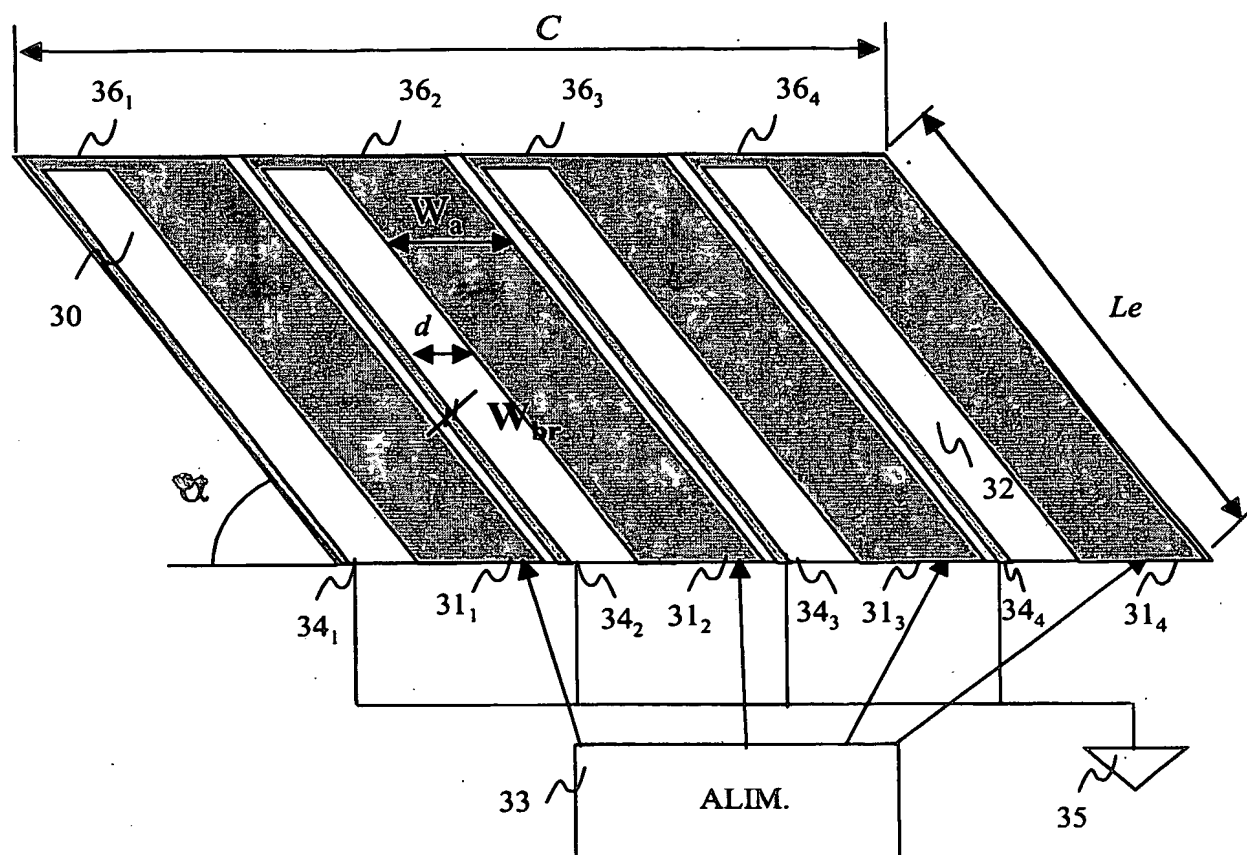


Fig. 3

3/8

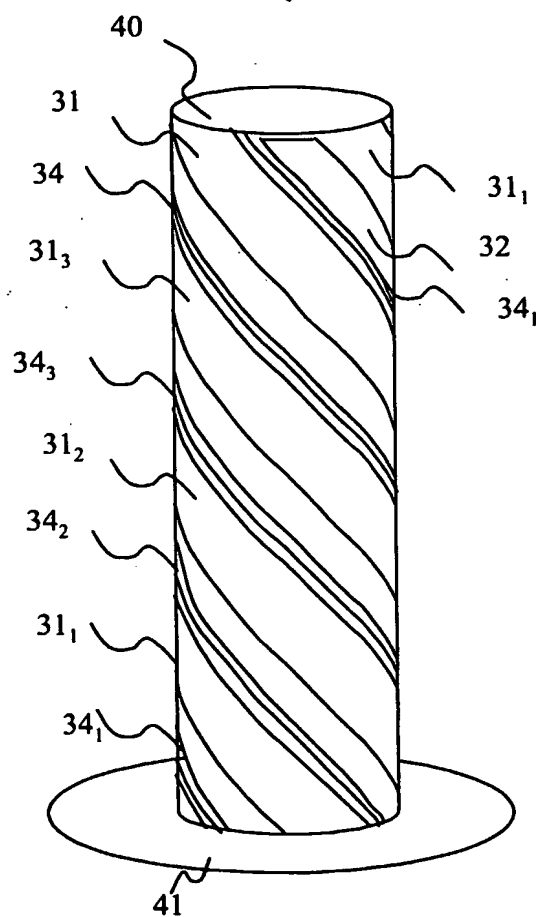


Fig. 4

4/8

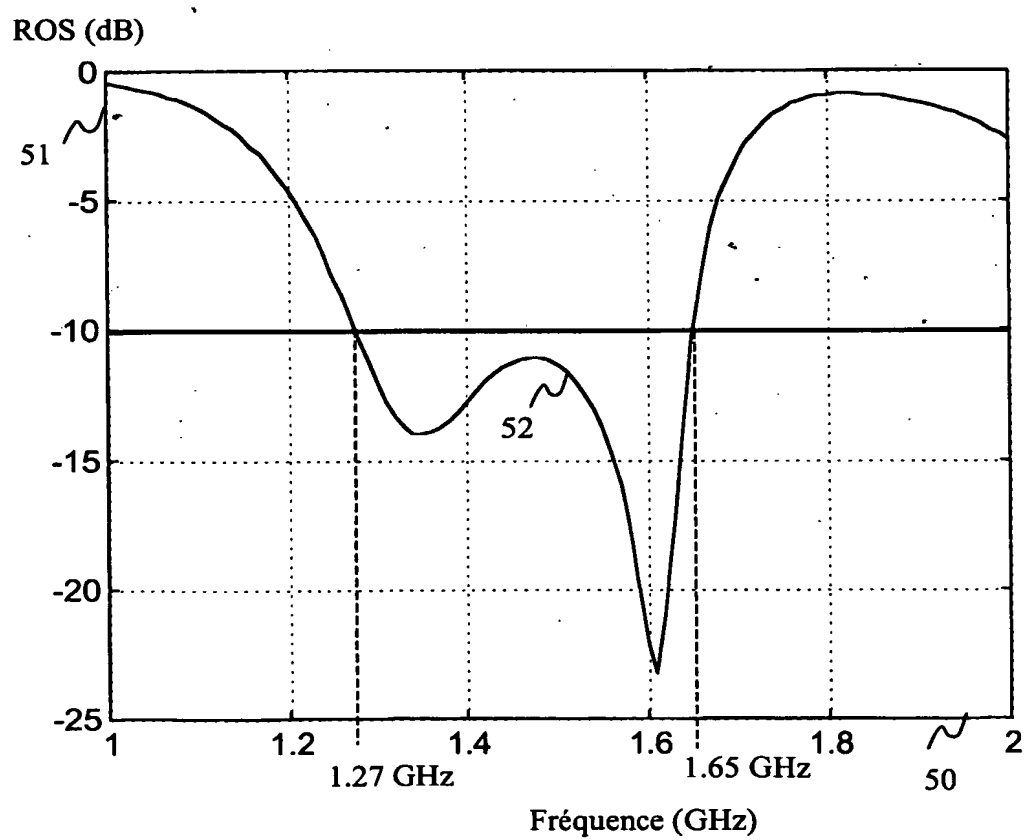


Fig. 5

5/8

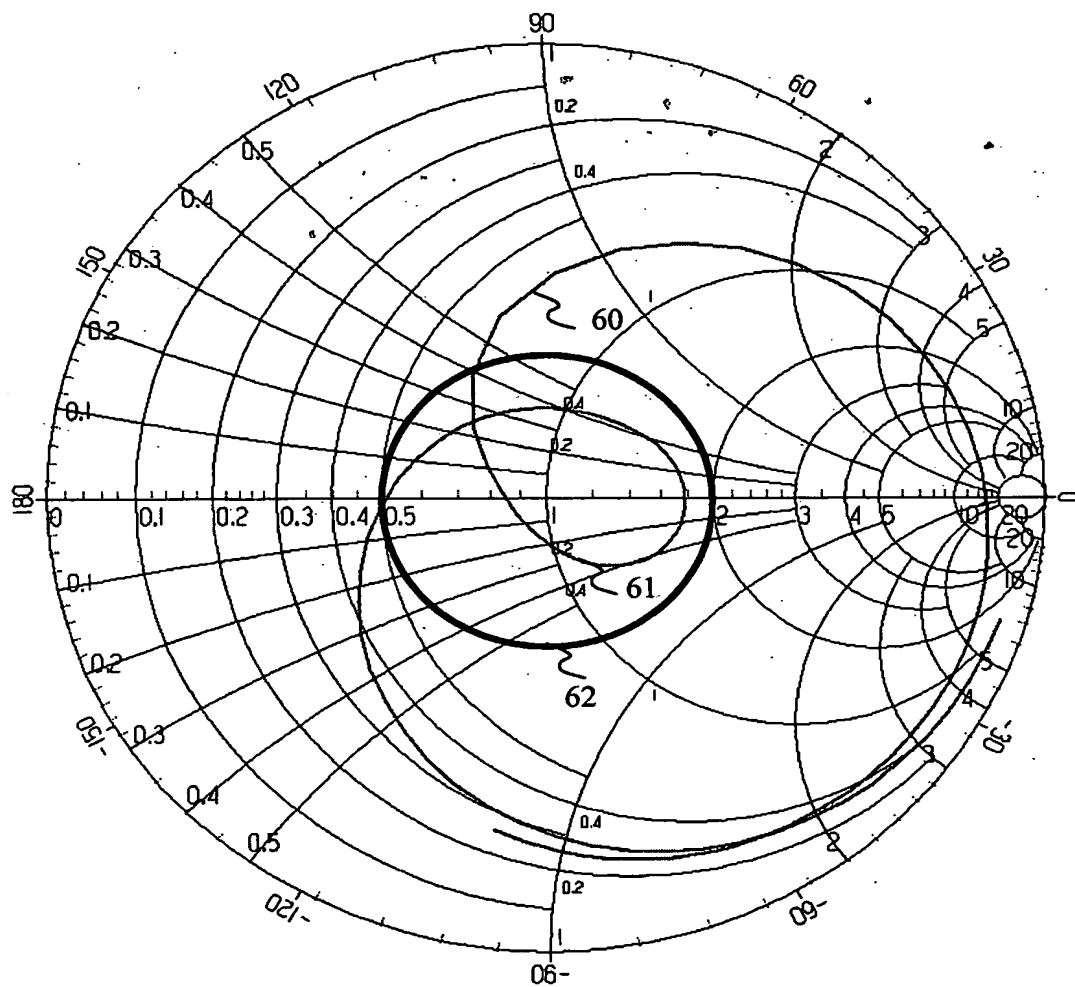


Fig. 6

6/8

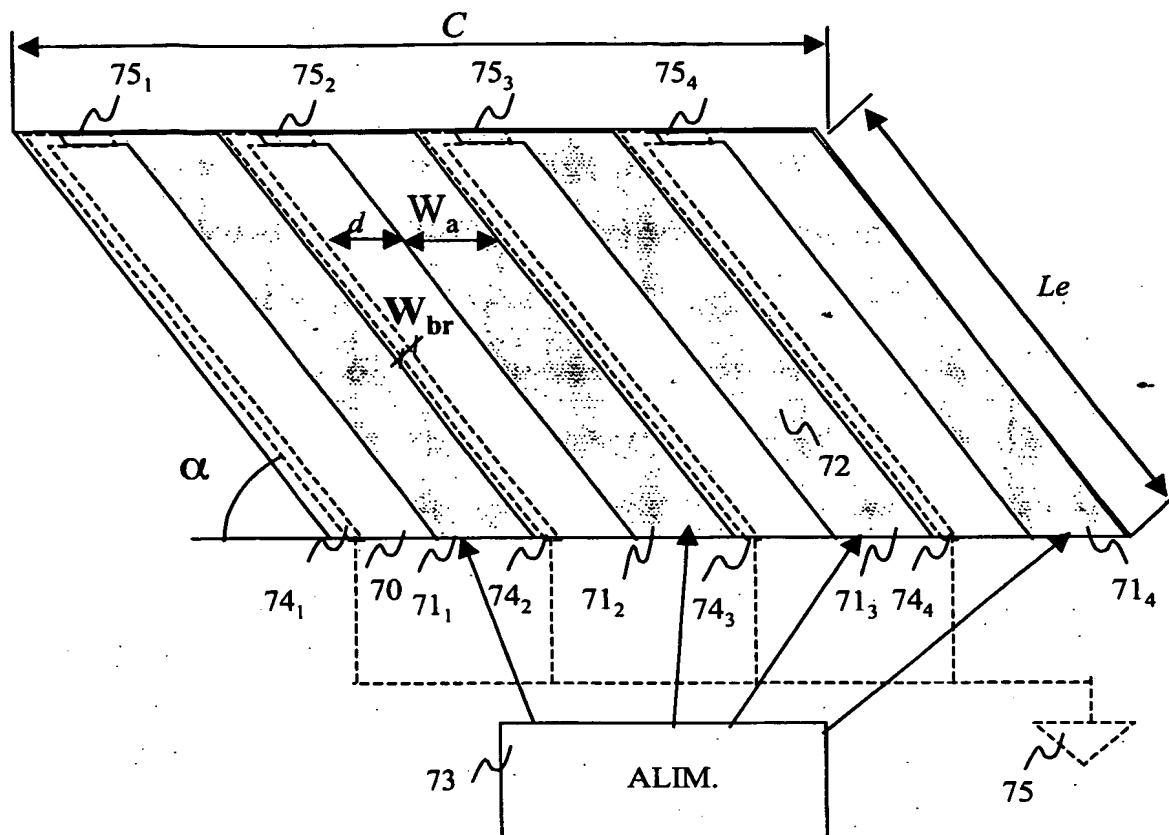


Fig. 7a

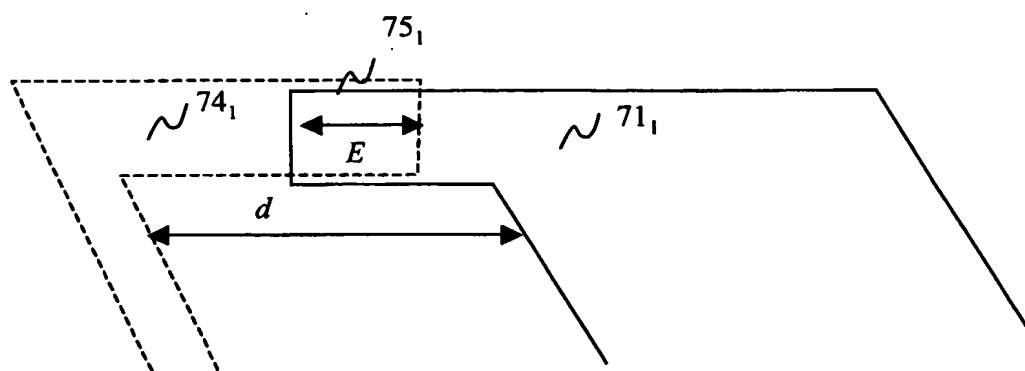


Fig. 7b

7/8

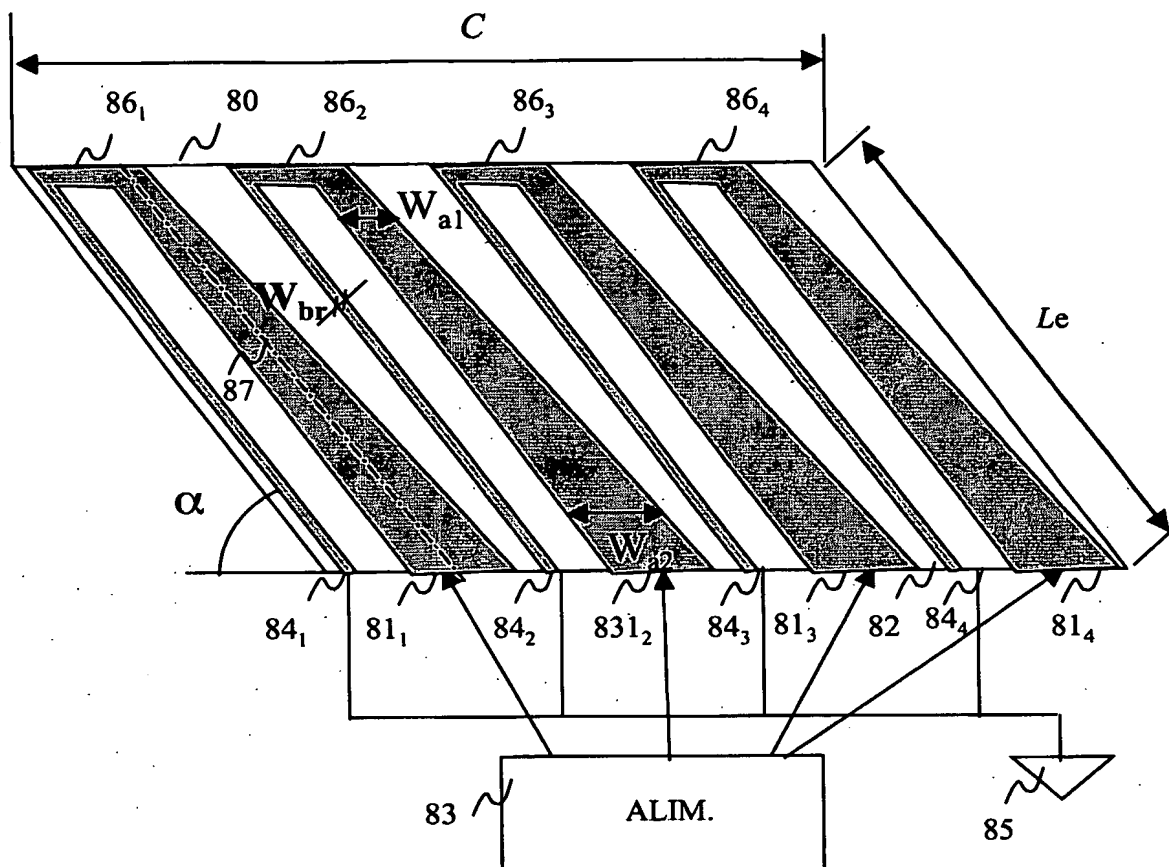


Fig. 8

8/8

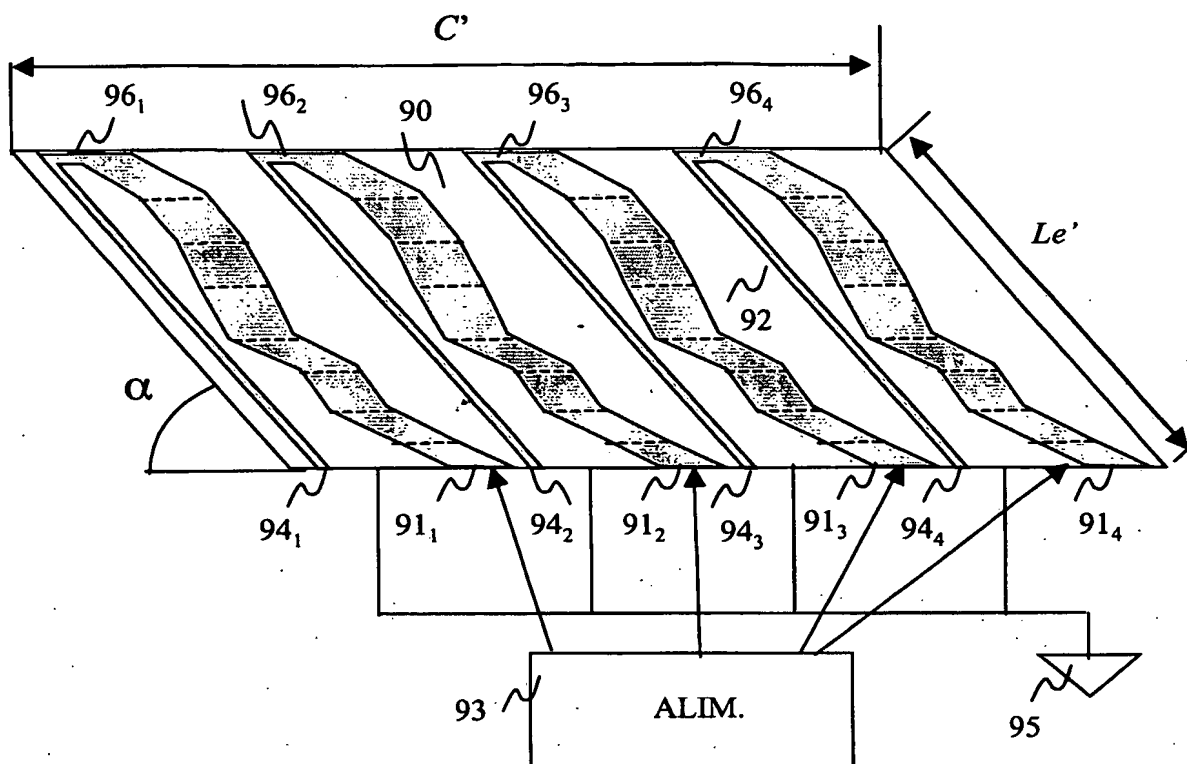


Fig. 9a

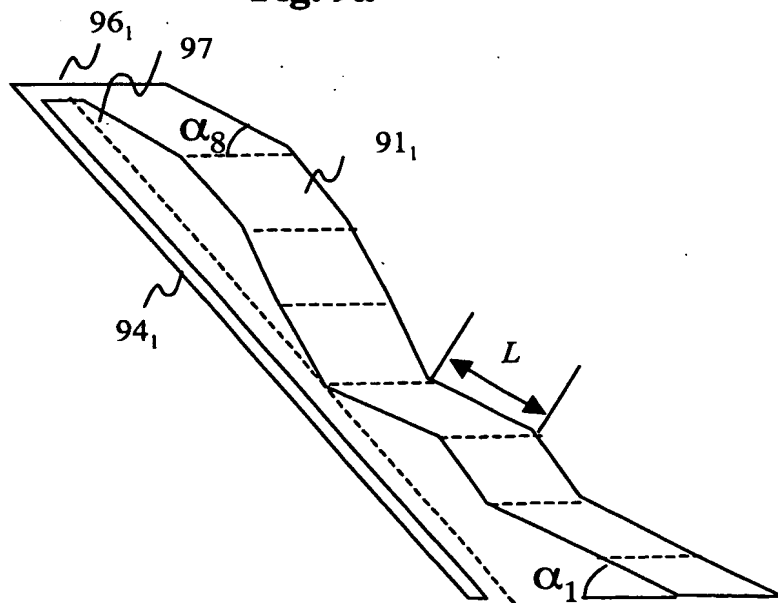


Fig. 9b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

PC 03/02774

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01Q11/08 H01Q1/36 H01Q1/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

INSPEC, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 278 414 B1 (FILIPOVIC DANIEL) 21 August 2001 (2001-08-21)	1-17, 19
Y	abstract; figures 7-11 column 1, line 15 - column 2, line 37 column 3, line 48-67 column 4, line 54-67 column 6, line 1-67 column 8, line 1 - column 9, line 29	18
Y	LOUVIGNÉ J C ET AL: "Broadband tapered printed quadrifilar helical antenna" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 37, no. 15, 19 July 2001 (2001-07-19), pages 932-933, XP006016948 ISSN: 0013-5194 the whole document	18



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 February 2004

Date of mailing of the international search report

19/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Reuss, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No.

PCT 03/02774

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 154 519 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 14 November 2001 (2001-11-14) figures 1,2,4 page 2, line 13 -page 3, line 11 page 4, line 19-26 page 5, line 45-51 page 6, line 1-8 -----	1,4,8,9, 15,16
X	WO 96 34425 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 31 October 1996 (1996-10-31) abstract; figures 1,2 page 1, line 3-29 page 4, line 21 -page 5, line 36 -----	1,6,8, 11,14
A	LOUVIGNÉ J. C. ET AL: "Synthesis of printed quadrifilar helical antenna" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 37, no. 5, 1 March 2001 (2001-03-01), pages 271-272, XP006016335 ISSN: 0013-5194 the whole document -----	17
A	US 6 160 516 A (MUNGER ARCHER DAVID ET AL) 12 December 2000 (2000-12-12) abstract; figure 11 -----	7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Ir 2001 Application No

PCT 03/02774

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6278414	B1	21-08-2001	
		AU 734079 B2	31-05-2001
		AU 4049997 A	20-02-1998
		BR 9710798 A	04-06-2002
		CA 2261959 A1	05-02-1998
		CN 1231774 A	13-10-1999
		EP 0920712 A1	09-06-1999
		IL 128271 A	14-08-2002
		JP 2001501386 T	30-01-2001
		KR 2000029757 A	25-05-2000
		RU 2208272 C2	10-07-2003
		WO 9805090 A1	05-02-1998
		ZA 9706609 A	29-07-1998
EP 1154519	A	14-11-2001	
		WO 0145208 A1	21-06-2001
		CA 2358875 A1	21-06-2001
		EP 1154519 A1	14-11-2001
		US 2002000949 A1	03-01-2002
WO 9634425	A	31-10-1996	
		AU 3677795 A	18-11-1996
		WO 9634425 A1	31-10-1996
		US 5754146 A	19-05-1998
US 6160516	A	12-12-2000	
		AU 7081300 A	23-04-2001
		WO 0128040 A1	19-04-2001

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

internationale No
PCT 03/02774

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H01Q11/08 H01Q1/36 H01Q1/38

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 H01Q

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

INSPEC, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 6 278 414 B1 (FILIPOVIC DANIEL) 21 août 2001 (2001-08-21)	1-17, 19
Y	abrégé; figures 7-11 colonne 1, ligne 15 - colonne 2, ligne 37 colonne 3, ligne 48-67 colonne 4, ligne 54-67 colonne 6, ligne 1-67 colonne 8, ligne 1 - colonne 9, ligne 29	18
Y	LOUVIGNÉ J C ET AL: "Broadband tapered printed quadrifilar helical antenna" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 37, no. 15, 19 juillet 2001 (2001-07-19), pages 932-933, XP006016948 ISSN: 0013-5194 le document en entier	18
	--- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *8* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

10 février 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/02/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Reuss, T

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Internationale No
PCT 03/02774

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 154 519 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 14 novembre 2001 (2001-11-14) figures 1,2,4 page 2, ligne 13 -page 3, ligne 11 page 4, ligne 19-26 page 5, ligne 45-51 page 6, ligne 1-8 ----	1,4,8,9, 15,16
X	WO 96 34425 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 31 octobre 1996 (1996-10-31) abrégé; figures 1,2 page 1, ligne 3-29 page 4, ligne 21 -page 5, ligne 36 ----	1,6,8, 11,14
A	LOUVIGNÉ J C ET AL: "Synthesis of printed quadrifilar helical antenna" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 37, no. 5, 1 mars 2001 (2001-03-01), pages 271-272, XP006016335 ISSN: 0013-5194 le document en entier ----	17
A	US 6 160 516 A (MUNGER ARCHER DAVID ET AL) 12 décembre 2000 (2000-12-12) abrégé; figure 11 -----	7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Di internationale No
PCT 03/02774

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6278414	B1	21-08-2001	AU 734079 B2	31-05-2001
			AU 4049997 A	20-02-1998
			BR 9710798 A	04-06-2002
			CA 2261959 A1	05-02-1998
			CN 1231774 A	13-10-1999
			EP 0920712 A1	09-06-1999
			IL 128271 A	14-08-2002
			JP 2001501386 T	30-01-2001
			KR 2000029757 A	25-05-2000
			RU 2208272 C2	10-07-2003
			WO 9805090 A1	05-02-1998
			ZA 9706609 A	29-07-1998
EP 1154519	A	14-11-2001	WO 0145208 A1	21-06-2001
			CA 2358875 A1	21-06-2001
			EP 1154519 A1	14-11-2001
			US 2002000949 A1	03-01-2002
WO 9634425	A	31-10-1996	AU 3677795 A	18-11-1996
			WO 9634425 A1	31-10-1996
			US 5754146 A	19-05-1998
US 6160516	A	12-12-2000	AU 7081300 A	23-04-2001
			WO 0128040 A1	19-04-2001

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.